

高エネルギー天文学特論V (井上)

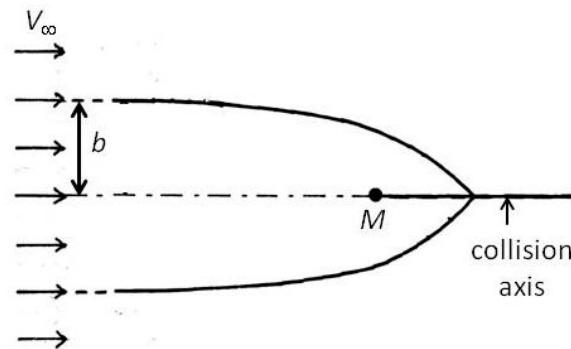
High Energy Astronomy, Advanced Course V (Inoue)

レポート問題 : Report Problems

提出先 天文学専攻事務室 期限 2013 年 8 月 9 日 :

Submission to the astronomy department office by 9, August, 2013

1) 質量 M の高密度星に向けて、無限遠から速度 V_∞ の平行流が流れている時に、流れは高密度星の重力で進路を曲げられ、高密度星の後ろで流体粒子同士の衝突が起こると考えられる。今、衝突は、図のように高密度星後方の衝突軸上で起こり、この軸に垂直な速度成分の運動エネルギーは衝突で熱エネルギーにかわり、熱放射ですべて放出されると仮定する。衝突の結果、高密度星の重力圏に捉えられることとなる流体物質のインパクトパラメータ b の条件を求めなさい。(無限遠での熱エネルギーは無視できるとする。)



Consider a parallel flow with a velocity, V_∞ , at infinity towards a compact star with mass, M . The stream lines should be bent by the gravitational force of the compact star and the fluid matter should collide with one another at the backside of the compact star. Assume that the collisions take place on an axis at the back side as indicated in the attached figure, and that the kinetic energy of the velocity component perpendicular to the collision axis is all lost by thermal radiation after being converted to the thermal energy through the head-on collisions. Derive a condition on the impact parameter, b , for the fluid matter to be trapped by the gravitational field of the compact star after the collisions. (Neglect the thermal energy of the fluids at infinity.)

2) 電子が陽子の回りを電子が円運動しているとする。その軌道長にドブロイ波長を対応させることによって、ボーア半径を求めなさい。次に、中心のイオンの電荷が Z ありとして、そのまわりを 1 個の電子が回っている時の K 殻のエネルギーレベルを求め、水素ライクの鉄の K 殻電子を電離するのに必要なエネルギーをキロ電子ボルト単位で計算しなさい。

Consider an electron circularly rotating around a proton. Derive the Bohr radius by equating the orbital length with the De Broglie wave length. Next, consider a case that the atomic nucleus has Z charges and an electron rotating around it. Derive the energy level of the K-shell electron and calculate the necessary energy in keV for the K-electron in a hydrogen-like iron to be ionized.

3) 一次元流の衝撃波面を考える。密度を ρ 、速度を v 、圧力を P とし、上流側の物理量に1、下流側の物理量に2の添え字をつけることにする。その時、衝撃波面をはさんで成り立つ、質量流量・運動量流量・エネルギー流量の3つの保存式を書きなさい。次に、 $P_1=0$ の時（強い衝撃波の近似）の時、 ρ_2 、 v_2 、 T_2 を、 ρ_1 、 v_1 の関数で示しなさい。ここで、 T は、温度。

Consider a shock wave front in a one dimensional flow. Let ρ , v , P be the density, the velocity and the pressure, and express the physical quantities on the up-stream side and the down-stream side with the subscripts, 1 and 2 respectively. Derive three conservation equations for the mass flux, the momentum flux and the energy flux. Next, under an approximation of the strong shock ($P_1=0$), derive ρ_2 , v_2 , T_2 as functions of ρ_1 , v_1 , where T is the temperature.

4) 幾何学的に薄く光学的に厚い降着円盤（標準円盤）を考える。中心からの距離 r の場所を考え、円盤の幾何学的厚みの半分（赤道面からの高さ）を h 、降着物質の回転速度を $v_k=(GM/r)^{1/2}$ （ G は重力定数、 M は中心星質量）とする。 $w_{r\phi}=-\alpha P$ （いわゆる α -モデル。 $w_{r\phi}$ は単位面積当たりの粘性力、 α は定数、 P は圧力）の近似の下で、円盤の内縁から十分外側では、降着物質の落下速度、 u は、

$$u \sim \alpha (h/r)^2 v_k$$

と表されることを示せ。

Consider an optically thick and geometrically thin disk (the standard disk). Let the half thickness of the disk at a position with a distance, r , from the central star be h , and the rotational velocity be $v_k=(GM/r)^{1/2}$ where G is the gravitational constant and M is the mass of the central star. Under an approximation of $w_{r\phi}=-\alpha P$ (so-called α -model approximation: $w_{r\phi}$ is the viscous force per unit area, α is a constant and P is the pressure), show that the in-fall velocity of the accreted matter, u , is expressed as

$$u \sim \alpha (h/r)^2 v_k,$$

at a position sufficiently far from the inner boundary of the disk.